

PAT-NO: JP357052806A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 57052806 A
TITLE: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING FILM THICKNESS
PUBN-DATE: March 29, 1982

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SUZUKI, KOICHI

YOKOMORI, KIYOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

RICOH CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP55127079

APPL-DATE: September 16, 1980

INT-CL (IPC): G01B011/06, G01J003/46

US-CL-CURRENT: 356/FOR.136

ABSTRACT:

PURPOSE: To make it possible to measure the film thickness correctly regardless of the kind of materials, by measuring the color of reflected light from a specimen to be measured and transmitted light, obtaining chromaticity coordinates, and obtaining the gradient of a straight line connecting said coordinate point and a reference point on a chromaticity diagram.

CONSTITUTION: The color of the reflected light from the specimen to be measured and the transmitted light, and the chromaticity coordinates are obtained. The gradient of the straight line between the said coordinate point and the reference coordinate point is obtained on the chromaticity

map. Then
the corresponding relationship between said gradient and a known film thickness
is obtained. The film thickness is measured by said relationship and
above
mentioned gradient value. For example, light is irradiated on a
specimen 1
having a thin film 1b on a base material 1b from a light source 3.
The
reflected light is received by a lens 5 via an aperture 4, and
further received
by a spectroscope comprising mirrors 7 and 9, a diffraction grating
8, and a
solid state scanning element 10. The data is processed in a
microcomputer 13
via an AD converter 11 and a memory 12, Necessary compensating
computation is
performed, said gradient is obtained, and the conversion to the film thickness
is performed. A controller 14 controls the driving of each part.

COPYRIGHT: (C)1982,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—52806

⑤ Int. Cl.³
G 01 B 11/06
G 01 J 3/46

識別記号

庁内整理番号
6366—2F
7172—2G

⑬ 公開 昭和57年(1982)3月29日

発明の数 2
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 膜厚の測定方法及び測定装置

⑯ 特 願 昭55—127079

⑰ 出 願 昭55(1980)9月16日

⑱ 発 明 者 鈴木宏一

東京都大田区中馬込1丁目3番
6号株式会社リコー内

⑲ 発 明 者 横森清

東京都大田区中馬込1丁目3番
6号株式会社リコー内

⑳ 出 願 人 株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番
6号

㉑ 代 理 人 弁理士 星野則夫

明 細 書

1. 発明の名称 膜厚の測定方法及び測定装置

2. 特許請求の範囲

(1) 基材上に形成された薄膜の膜厚を分光的に測定する方法において、

被測定試料からの反射光又は透過光を測色することにより色度座標を求め、色度図上の該色度座標点と基準座標点とを結ぶ直線の勾配を特性値として求め、該勾配と既知膜厚との対応関係から膜厚を測定することを特徴とする膜厚の測定方法。

(2) 前記基準座標点として、色度基準光源の白色点の座標を測定する、特許請求の範囲第1項に記載の膜厚の測定方法。

(3) 被測定試料からの反射光又は透過光を測色することにより色度座標を求め、色度図上の該色度座標点と基準座標点とを結ぶ直線の勾配を特性値とし、該特性値から膜厚を測定する装置において、

分光された出力を受光する受光器を設け、可視域全体の分光反射率又は透過率を電氣的に求め、前記特性値の算出を行なうことを特徴とする膜厚の測定装置。

(4) 光源から試料面までの光束の伝達及び試料面からの反射光又は透過光の伝達を光ファイバにより行なう、特許請求の範囲第3項に記載の膜厚の測定装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は色度座標を利用して、薄膜の厚みを分光的に測定するための測定方法及び測定装置に関する。

従来、基材上に形成された薄膜の厚みを測定する方法として、反射濃度を測定するもの、特定波長の吸収を測定するもの、及び複数波長の反射率の差を利用するもの等が知られている。しかしながら、これらには、対象試料に対して十分な感度を得られず測定値の精度が低い点、又は薄膜形成材の種類に左右され適用範囲が限定される点等に欠点があつた。

本発明の目的は、上述した従来の欠点を軽減した薄膜の測定方法及びその装置を提供することである。

以下本発明の測定方法の原理も含め、添付図を参照して本発明の方法及び装置について詳述する。

尚、本発明の実施にあつては、光を照射された試料からの反射光又は透過光を分光し、色度座標を求める測色を行なう必要があるが、かかる測色方法は公知であり又カラーアナライザなる商品名の測定装置も市販されているのでこの測色方法についてはその概略だけを説明し、その詳しい説明は省略する。

第1図はCIEの決定に基づく10度視野XYZ系による色度図を示し、この色度図はJIS Z 2728にも採用されている。色度図における閉曲線はスペクトル軌跡と呼ばれ、10度視野における全ての色の色度座標はこの閉曲線内に含まれる。

さてここで、基材上に或る厚さの薄膜を有している試料に光を照射し、この試料からの透過光又は反射光を測色することによつて色度座標 $P(x, y)$

を得たとする(第1図)。そしてこの色度座標 $P(x, y)$ と、例えば白色点である色度基準座標とを直線で結んだ場合の直線の傾斜 θ から勾配 $\tan \theta$ を求めると、この $\tan \theta$ は薄膜の材質が一定であれば膜厚と一定の関係を有する。従つて、色度座標を求めることにより、膜厚を求めることができる。上記のように $\tan \theta$ と膜厚とが一定の関係を有していることは、本発明者の行なつた実験により明らかとなつた新規な事実であり、以下にこれをより具体的に説明しよう。

いまC光源基準によつて色度を測定するものとする、白色点WはC光源の色度座標(0.3104, 0.3190)に一致し、この白色点Wを色度基準座標としたとする。そして基材上に形成された薄膜の厚さ d が100nmである或る材質の試料に光を照射し、その透過光又は反射光を測色して色度座標 $P(x, y)$ を求めたとき、 $x = 0.2421$, $y = 0.1789$ であつたとすると、この場合には、白色点Wと $P(x, y)$ とを結ぶ直線の勾配 $\tan \theta$ は、2.1となる。全く同様にして、材質は同じであるが厚さの異なる各種

の薄膜を持つた試料の色度座標を求め、その座標 P と白色点Wとを結ぶ直線の勾配 $\tan \theta$ をそれぞれ求める。そして $\tan \theta$ を縦軸にとり、試料の膜厚 d を横軸にとつて、これらの関係を表わすと第2図に示す如きグラフが得られる。このグラフから判るように、膜厚 d と $\tan \theta$ とは、一定の対応関係を有し、この対応関係は、実用範囲では良好な直線性を示す。

上述の如くして、既知の膜厚の試料から第2図に示すような対応関係を示すグラフを予め求めておけば、同一材料の未知の薄膜の厚さを、逆にこのグラフから求めることができる。即ち例えば、未知の薄膜から、前記計算例のような $\tan \theta = 2.1$ が得られたとすれば、その膜厚 d は110nmであり、 $\tan \theta = 2.0$ であれば $d = 100\text{nm}$ である。かかる方法によつて、微小な膜厚変化をも十分な精度で測定することができる。

第3図は、上述した如き新規な事実に基づき構成された、本発明に係る膜厚測定装置の実施例を示す。第3図において、符号1は、平板状の基材1a

上に薄膜1bを有する試料1を示し、この薄膜1bの厚さを測定するものとする。試料1は、電源2により点灯される光源3で照射され、試料面の拡散反射光束のうちアパーチャ4に入る光束はレンズ5によつて分光器6のスリット6aに集光される。分光器6は、ミラー7, 9及び回折格子8から成る。光源3からの光束は試料面に対しはほぼ45°の方向から投射され、正反射成分の光がレンズ5に入射しないようアパーチャ4が配設されている。

スリット6aに集光された光束はミラー7でコリメートされて回折格子8に導びかれる。回折格子8は入射光束を格子定数に従い波長に応じて回折させる。回折光はミラー9を介して例えば固体走査素子10から成る受光器に入射する。

固体走査素子10としては、公知の如く、フォトダイオードアレイ又はCCD等が用いられる。この固体走査素子10は、直線的に配列された多数の受光エレメントを有しており、各エレメントの受光量はそれぞれ特定の波長に対応する、試料面での反射光量として検出することができる。かくして、

固体走査素子10は、ミラー9からの分光出力を受光して可視域全体の分光反射率を瞬時に求めることができる。

固体走査素子10の出力は、A-D変換器11によりデジタル情報として一旦メモリ12に蓄積された後、マイクロコンピュータ13によつてデータの処理及び演算が行われる。

コントローラ14は、マイクロコンピュータ13からの指令に従つて固体走査素子10、A-D変換器11、メモリ12を駆動及び制御する。

マイクロコンピュータ13は、公知のアルゴリズムに従つて測定系の補正、色度計算並びに、既述のP点とW点とを結ぶ直線の勾配 $\tan \theta$ の計算及びこの $\tan \theta$ の値から膜厚を求める換算等を実施する。このようにして、試料の薄膜1bの厚み d を短時間で測定することができる。

第4図は他の実施例を示すもので、可撓性のフィルム基材21a上に塗布によつて形成された薄膜21bの膜厚を連続的に測定できる構成を示すものである。

の薄膜の厚さを測定することができ、例えば、金属その他の光を透過しない基材又は層状の基材の上に形成された薄膜の厚み、或いは、有機光導電体opcの構成要素である電荷担体発生層となる塗膜の厚み(付着量)等を短時間で測定することができる。

以上説明した実施例においては、試料からの反射光を測色することによりその膜厚を測定したが、試料の透過光を利用して膜厚さを測定することも可能である。また分光器としては、第3図に示した形式以外のものも適宜用いることができ、プリズム等の光学素子によるものでも、また機械的走査によるものでもよい。

以上の説明から判るように本発明によれば、既知膜厚のサンプルから求めた対応関係と対比することによつて未知の膜厚の計測が可能となり、この対応関係は実用範囲内では良好な直線性を示し、微小な膜厚変化に対して良好且つ十分な感度で再現性よく膜厚測定ができる。

4.図面の簡単な説明

電源22によつて点灯される光源23からの光束は光ファイバ24を介して試料21の試料面に照射される。試料21はガイドローラ26、駆動ローラ27、ピンチローラ28によつて矢印Aの方向に移動せしめられる。試料面からの拡散反射光束は光ファイバ25を介して分光器26に導かれる。分光器26にて分光されたスペクトルは、第3図に示した実施例と同様に、例えば固体走査素子30から成る受光器に受光され、この素子30の出力はA-D変換器31を介してマイクロコンピュータ33に入力される。そして、このマイクロコンピュータ33により、先の実施例と同じく、データの処理、演算が行われ、試料の膜厚が測定される。34は、マイクロコンピュータ33の指令に従い分光器26、固体走査素子30、A-D変換器31を駆動、制御するコントローラである。かくして、第4図に示す実施例によれば、膜厚を連続的に測定でき、従つて例えば、製造工程中の試料の膜厚を短時間で、しかも連続的に測定することが可能である。

本発明に係る図示した測定装置によれば、各種

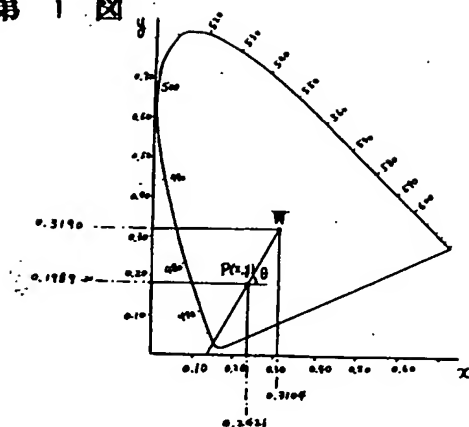
第1図は、本発明に係る測定原理を説明するための色度図、第2図は、膜厚 d と勾配 $\tan \theta$ との対応関係を示すグラフ、第3図は、本発明に係る膜厚測定装置の原理を示す説明図、第4図は、本発明に係る膜厚測定装置の他の実施例を示す説明図である。

1, 21 ... 試料	1a, 21a ... 基材
1b, 21b ... 薄膜	24, 25 ... 光ファイバ

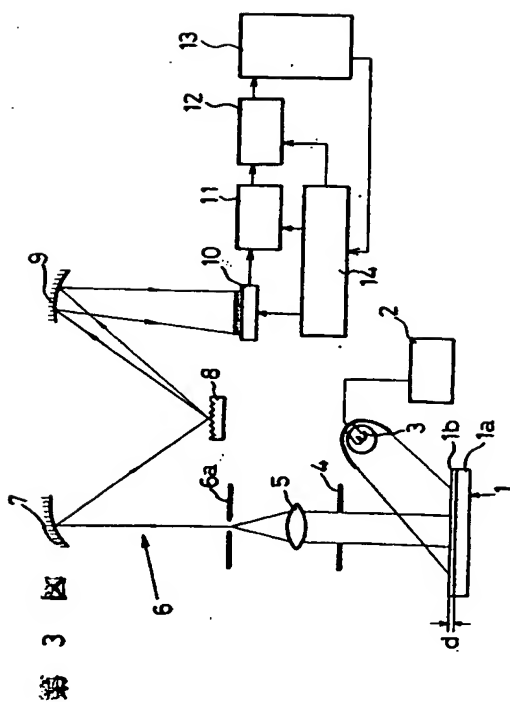
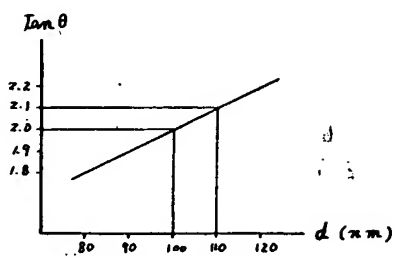
代理人 弁理士 星 野 剛 夫



第 1 図



第 2 図



第 4 図

